

DERWENT-ACC-NO: 2004-072978

DERWENT-WEEK: 200629

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Forming vehicular structural component from
sheet steel,
involves applying corrosion resistant coating,
cold-forming, hot-forming and hardening

INVENTOR: BOEKE, J; TROESTER, T

PATENT-ASSIGNEE: BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH & CO KG[BENL]

PRIORITY-DATA: 2002DE-1024319 (May 31, 2002)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
DE 10224319 B4	April 27, 2006	N/A
000 C23F 017/00		
DE 10224319 A1	December 18, 2003	N/A
004 C23F 017/00		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
DE 10224319B4	N/A	2002DE-1024319
May 31, 2002		
DE 10224319A1	N/A	2002DE-1024319
May 31, 2002		

INT-CL (IPC): C21D001/18, C23F017/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 10224319A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The steel strip or plate is first coated with a metal or metal alloy in a process causing physical-mechanical bonding. Thermal and corrosion resistance is imparted. Then the coated sheet is cold-formed. In the following hot-forming process, it is configured to the final shape and hardened.

USE - To forming vehicular structural component from sheet steel, with corrosion-resistant coatings.

ADVANTAGE - The new process allows a coated sheet steel which can be hardened, to be formed to complex shapes (including re-entrant sections) for automobile manufacture. The coating is a durable, corrosion-resistant metal. This is added by a selected, conventional metal-coating technique. The product is structural, i.e. load-bearing. The metal particles are bonded by thermal and/or kinetic energy without melting the surface of the sheet. Heat treatment forms an intermetallic layer between coating and sheet, in which mutual atomic inter-diffusion occurs. A continuous coating without gaps or fissures results. This hinders melting-off of the e.g. aluminum. In addition to protection against corrosion during a working lifetime, the component is also protected from oxidation and decarburization during hot-forming and hardening.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

TITLE-TERMS: FORMING VEHICLE STRUCTURE COMPONENT SHEET STEEL APPLY CORROSION RESISTANCE COATING COLD FORMING HOT FORMING HARDEN

DERWENT-CLASS: M14

CPI-CODES: M14-K;

SECONDARY-ACC-NO: .

CPI Secondary Accession Numbers: C2004-030372



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 24 319 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 23 F 17/00
C 21 D 1/18

⑳ Aktenzeichen: 102 24 319.0
㉔ Anmeldetag: 31. 5. 2002
㉕ Offenlegungstag: 18. 12. 2003

DE 102 24 319 A 1

㉑ **Anmelder:**
Benteler Automobiltechnik GmbH, 33104
Paderborn, DE

㉒ **Erfinder:**
Tröster, Thomas, 33154 Salzkotten, DE; Böke,
Johannes, 31855 Aerzen, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**
DE-PS 12 520 34
DE 42 42 773 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Strukturbauteils für den Fahrzeugbau**

⑤⑦ Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Strukturbauteils für den Fahrzeugbau, bei welchem zunächst ein Band oder eine aus dem Band entnommene Platine aus härtbarem Stahl mittels eines Beschichtungsverfahrens, das eine physikalisch-mechanische Verklammerung der Werkstoffe bewirkt, mit Metall oder einer Metalllegierung beschichtet, dann die aus dem Band entnommene Platine durch Kaltformen vorkonfiguriert und anschließend warmgeformt und gehärtet wird. Alternativ wird vorgeschlagen, die Platine zunächst durch Kaltformen vorzukonfigurieren und dann vor dem Warmformen mittels des oben genannten Beschichtungsverfahrens zu beschichten.

DE 102 24 319 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines mit einer Beschichtung aus Metall oder einer Metalllegierung versehenen Strukturbauteils für den Fahrzeugbau aus einem Band oder einer Platine aus härtbarem Stahl als Grundwerkstoff mit einem Warmformprozess.

[0002] Strukturbauteile für den Fahrzeugbau sind beispielsweise Stoßfänger, Seitenaufprallträger oder Türsäulen. Zur Herstellung dieser Strukturbauteile hat sich ein mit Metall beschichteter härterer Stahl als vorteilhaft erwiesen. Dabei soll die Beschichtung den Stahl sowohl während des Warmform- und des Härteprozesses vor Oxidation und Entkohlung schützen als auch beim fertigen Strukturbauteil einen Korrosionsschutz gewährleisten. Aus der EP 1 013 785 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein gewalztes Stahlband mit Metall oder einer Metalllegierung durch ein Tauchverfahren beschichtet, eine Platine aus diesem Stahlband entnommen, einer Temperaturerhöhung zur Einleitung eines Umformprozesses unterzogen, dadurch eine intermetallische Phase auf der Oberfläche zum Schutz des Stahls gegen Korrosion und Entkohlung geschaffen, eine Umformung ausgeführt und das umgeformte Bauteil zur Härtung abgeschreckt wird.

[0003] Hierbei ist jedoch problematisch, dass Strukturbauteile häufig nicht in einem einzigen Umformschritt umgeformt werden können, so dass die ersten Umformschritte durch ein Kaltformen herbeigeführt werden müssen. Bei einer Tauchbeschichtung des Ausgangsmaterials, sei es ein Stahlband oder eine bereits zugeschnittene oder ausgestanzte Platine, mit Metall oder einer Metalllegierung wird das Band oder die Platine in flüssiges Beschichtungsmaterial getaucht. Aufgrund der hohen Temperatur des Tauchbades kommt es hierbei bereits zur Ausbildung einer intermetallischen Phase zwischen dem Stahl und der Beschichtung durch Diffusion. Hierbei bildet sich zwischen dem Stahl als Grundwerkstoff und der metallischen Schutzschicht als Beschichtung eine Legierungsschicht bzw. Zwischenschicht aus Eisen und dem Beschichtungsmaterial. Sowohl der Grundwerkstoff als auch die Beschichtung lassen sich gut kaltformen, die Legierungsschicht zwischen dem Stahl und der Beschichtung ist jedoch hart und spröde und kann beim Kaltformen reißen. Dadurch können sich Mikrorisse bilden bis zu dem Grad, dass sich die Beschichtung selbst vom Grundwerkstoff ablöst und somit ihre Schutzfunktion verliert.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ausgehend vom Stand der Technik ein Verfahren vorzuschlagen, mit welchem auch komplizierte Konfigurationen eines Strukturbauteils aus mit Metall beschichtetem härterem Stahl für den Fahrzeugbau bereit gestellt werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den in den Patentansprüchen 1 oder 2 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0006] Die Lösung nach Anspruch 1 sieht vor, dass zunächst auf einem Band oder einer Platine aus härtbarem Stahl als Grundwerkstoff eine Beschichtung aus Metall oder einer Metalllegierung mittels eines Beschichtungsverfahrens aufgebracht wird, das eine physikalisch-mechanische Verklammerung des zu beschichtenden Werkstoffs mit der Beschichtung bewirkt. Hiervon sind Beschichtungsverfahren umfasst, bei denen sich die einzelnen Beschichtungsteilchen infolge ihrer thermischen oder kinetischen Energie beim Auftreffen auf der Oberfläche des Grundwerkstoffs mit dem Grundwerkstoff und mit den anderen Beschichtungsteilchen derart verbinden, dass sich eine neue Oberfläche bildet, die aus nebeneinanderliegenden Streifen und übereinanderliegenden Lagen abgeflachter, lamellenförmiger Beschichtungsteilchen besteht. Dabei besteht der Haupt-

mechanismus der Verbindung in der physikalischen Verklammerung. Die Oberfläche des Grundwerkstoffs wird nicht aufgeschmolzen.

[0007] Bevorzugt wird das Verfahren des thermischen Spritzens mit einem Spritzzusatz aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung angewandt. Beim thermischen Spritzen trifft das Aluminium oder die Aluminiumlegierung zum Beispiel durch Strahl-, Flüssigkeits-, Gas- oder elektrisches Gasentladungsspritzen im geschmolzenen Zustand auf dem Stahl als Grundwerkstoff auf und erstarrt auf dessen Oberfläche. So wird beispielsweise beim Flammsspritzen mit Draht das Aluminium oder die Aluminiumlegierung im Düsensystem der Spritzpistole mit einer Acetylen-Sauerstoff-Flamme kontinuierlich aufgeschmolzen und mit entsprechender Geschwindigkeit auf die Oberfläche des Stahls aufgebracht.

[0008] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform, dem Kaltgasspritzen, wird beispielsweise das Aluminium oder die Aluminiumlegierung in Pulverform in einem schnellen Gasstrahl so stark beschleunigt, dass es beim Aufprall auf die Stahloberfläche infolge seiner kinetischen Energie aufschmilzt und haften bleibt. Im Gegensatz zu dem zuvor erwähnten Flammsspritzen mit Draht, wird hierbei das Beschichtungsmaterial nur auf wenige hundert Grad erwärmt ohne seine Schmelztemperatur zu erreichen. Es wird beispielsweise mittels einem auf ca. 600°C erhitzten Gasstrahl mit entsprechendem Druck auf Teilchengeschwindigkeiten größer als 1000 m/s beschleunigt.

[0009] In beiden Fällen erwärmt sich der Stahl als Grundwerkstoff dabei nur unwesentlich, eine intermetallische Phase bildet sich aufgrund des relativ geringen Wärmeeintrags in den Stahl nicht. Um eine bessere Haftung der Beschichtung zu erzielen, kann die Oberfläche des Stahls nach ihrer Reinigung beispielsweise durch ein Sand- oder Kugelstrahlen vor dem Beschichten aufgeraut werden, je nachdem welche Kaltumformgrade die Beschichtung anschließend überstehen soll, ohne sich vom Stahl zu lösen.

[0010] Die Beschichtung kann beispielsweise auch aus Nickel oder einer Nickellegierung, Chrom oder einer Chromlegierung oder aus einer Chromnickellegierung bestehen.

[0011] Da erst die intermetallische Phase zu einer Legierungsschicht zwischen dem Stahl und der Beschichtung führt, die sich nicht oder nur schlecht kaltformen lässt, kann eine Platine, die mittels eines Verfahrens, das eine physikalisch-mechanische Verklammerung der Werkstoffe bewirkt, beschichtet worden ist oder aus einem derart beschichteten Band entnommen wurde, anschließend in einem oder mehreren Schritten bis in die Nähe der Endform kalt umgeformt werden, wobei die Beschichtung ohne sich zu lösen und damit ohne Verlust ihrer Schutzfunktion erhalten bleibt.

[0012] Im anschließenden Warmformprozess wird das vorgeformte Strukturbauteil in einem oder mehreren Schritten warm umgeformt, auf über Ac₃-Temperatur erwärmt und durch Abschrecken gehärtet. Bevorzugt wird hierbei die Härtung gleichzeitig mit dem letzten Umformschritt im Werkzeug ausgeführt.

[0013] Mit der Erwärmung bildet sich die intermetallische Phase zwischen dem Grundwerkstoff und der Beschichtung aus. Bei einer Beschichtung mit Aluminium oder einer Aluminiumlegierung diffundieren beispielsweise Aluminiumatome in die Stahloberfläche und Eisenatome in die Aluminiumbeschichtung. Dadurch bildet sich zwischen dem Stahl und der Aluminiumbeschichtung eine Legierungsschicht, die die gesamte Oberfläche des Grundwerkstoffs ohne Lücken und Risse überzieht und die ein Abschmelzen der Beschichtung während des Warmform- und Härteprozesses verhindert. So ist das vorgeformte Strukturbauteil während

des Warmform- und Härteprozesses vor Oxidation und Entkohlung sowie das endgeformte und gehärtete Strukturbauteil vor Korrosion geschützt.

[0014] Alternativ kann gemäß Anspruch 2 die Platine aus härtbarem Stahl zunächst bis in die Nähe der Endform des Strukturbauteils kalt umgeformt werden, da während der Kaltformung mangels Wärmeeintrags keine Oxidation oder Entkohlung auftritt. Anschließend wird das vorgeformte Strukturbauteil mit einem Verfahren, das eine physikalisch-mechanische Verklammerung der Werkstoffe bewirkt wie beispielsweise dem beschriebenen thermischen Spritzen oder dem Kaltgasspritzen mit Metall oder einer Metalllegierung beschichtet. Im sich daran anschließenden Warmform- und Härteprozess, der bevorzugt zeitgleich mit dem letzten Umformschritt im Werkzeug stattfindet, bildet sich durch die Erwärmung des vorgeformten Strukturbauteils die intermetallische Phase aus, was zu einer Legierungsschicht zwischen dem Stahl und der Beschichtung führt, die die Oberfläche des Strukturbauteils ohne Lücken und Risse überzieht und das vorgeformte Strukturbauteil während des Warmform- und Härteprozesses vor Oxidation und Entkohlung sowie das endgeformte und gehärtete Strukturbauteil vor Korrosion schützt.

[0015] Der Vorteil von Alternative 2 besteht darin, dass die Beschichtung erst dann auf das bereits vorgeformte Strukturbauteil aufgebracht wird, wenn ihre Schutzfunktion mit dem Beginn des Warmformprozesses erstmalig gebraucht wird. Nachteilig kann sein, dass das vorgeformte Strukturbauteil aufgrund seiner nunmehr dreidimensionalen geometrischen Form beispielsweise im Falle von Hinterschnitten schwieriger zu beschichten ist. Welche der in Anspruch 1 und 2 beschriebenen Alternativen bevorzugt zur Anwendung kommt, hängt somit von der Endform des zu fertigenden Strukturbauteils und der darauf abgestimmten Prozesskette ab.

[0016] Für beide erfindungsgemäßen Alternativen gilt aber, dass jetzt auch Strukturbauteile mit komplizierten Endformen ohne weiteres aus mit Metall oder einer Metalllegierung beschichtetem härtbarem Stahl hergestellt werden können, ohne dass mit Beschädigungen der Beschichtung während des Umformvorgangs gerechnet werden muss. Dadurch können kostspielige und aufwendige Reinigungsprozesse des endgeformten Strukturbauteils sowie eine nachgeschaltete Beschichtung zum Korrosionsschutz entfallen.

[0017] Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Als Grundwerkstoff wird eine Platine aus einem Stahlband der folgenden Zusammensetzung in Gewichtsprozent ausgedrückt ausgestanzt:

Kohlenstoff: 0,22–0,25%

Mangan: 1,20–1,40%

Silizium: 0,20–0,30%

Chrom: 0,10–0,20%

Titan: 0,020–0,050%

Aluminium: 0,020–0,060%

Phosphor: max. 0,020%

Schwefel: max. 0,010%

Bor: 0,0020–0,0035%

Kupfer: max. 0,10%

Nickel: max. 0,30%

Molybdän: max. 0,35%

[0018] Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen.

[0019] Die Platine wird durch ein Sand- oder Kugelstrahlen zur Aufräumung der Platinenoberfläche für den Spritzprozess vorbereitet und mittels des Lichtbogenspritzens mit einer Aluminiumlegierung folgender Zusammensetzung in Gewichtsprozent ausgedrückt beschichtet:

Si: 9 bis 12%

Fe: 2 bis 10%

[0020] Rest Aluminium einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen.

[0021] Beim Lichtbogenspritzen wird als Energiequelle für die thermische Energie Elektrizität verwendet. Die zuvor beschriebene, elektrisch leitende draht- oder röhrenförmige Aluminiumlegierung wird als Spritzzusatz in einem Lichtbogen geschmolzen und durch ein Zerstäubergas wie beispielsweise Druckluft auf die vorbereitete Platine als Grundwerkstoff geschleudert. Der elektrische Lichtbogen wird zwischen den beiden draht- oder röhrenförmigen Enden der Aluminiumlegierung durch das Anlegen einer Spannung und einer Kontaktzündung mit einer Temperatur von ca. 4000°C erzeugt. Die beiden Enden der Aluminiumlegierung dienen dabei als Anode und Kathode und werden ihrem Abbrennverhalten entsprechend dem Brennerkopf zugeführt. Die Teilchengeschwindigkeit liegt bei ca. 150 m/sk.

[0022] Charakteristisch für das Lichtbogenspritzen ist die ungleiche Spritztropfengröße. Sie kommt durch das unterschiedliche Abschmelzverhalten des Spritzzusatzes an Anode und Kathode zustande. Durch Verwendung von Stickstoff als Treibgas und einem geschlossenen Düsensystem kann eine Oxidation der Spritzteilchen minimiert werden. Die aufgetragenen Schichtdicken liegen dabei beispielsweise zwischen 20 µm und 100 µm und vorzugsweise zwischen 30 µm und 50 µm.

[0023] Nach dem Beschichten wird die beschichtete Platine in einer oder mehreren Pressen in einer oder mehreren Stufen kalt bis in die Nähe der Endkonfiguration vorgeformt. Mögliche endgeformte Bauteile sind beispielsweise A- und B-Säulen, Stoßfänger und Komponenten des Seitenaufprallschutzes von Kraftfahrzeugen. Das vorkonfigurierte Bauteil wird anschließend vorzugsweise bis auf Temperaturen zwischen 800° und 1100°C erwärmt. Je höher hierbei der Eisenanteil der Beschichtungszusammensetzung ist, desto schneller können die Bauteile erwärmt werden und desto geringer sind die Anforderungen an eine exakte Temperatursteuerung. Während der Wärmebehandlung entsteht an der Oberfläche des Grundwerkstoffs eine intermetallische Phase, die sich aus den Elementen der Beschichtung und des Grundwerkstoffs zusammensetzt und der Beschichtung die nötige Haftfähigkeit verleiht. Direkt nach der Erwärmung wird das Bauteil in einer weiteren Presse durch eine Warmumformung in die Endform gebracht und gleichzeitig durch Abschrecken im Werkzeug gehärtet. Da der letzte Umformschritt bedingt durch die Vorkonfiguration nur noch einen vergleichsweise geringen Umformgrad bewirkt, entstehen in der im Verhältnis spröden Legierungsschicht keine Risse, die die Schutzfunktion der Beschichtung beeinträchtigen könnten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mit einer Beschichtung aus Metall oder einer Metalllegierung versehenen Strukturbauteils für den Fahrzeugbau aus einem Band oder einer Platine aus härtbarem Stahl als Grundwerkstoff mit einem Warmformprozess, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst auf dem Band oder der Platine mittels eines Beschichtungsverfahrens, das eine physikalisch-mechanische Verklammerung des Grundwerkstoffs mit der Beschichtung bewirkt, mit Metall oder einer Metalllegierung eine hitze- und korrosionsbeständige Oberflächenschicht aufgebracht wird, anschließend eine aus dem so beschichteten Band entnommene Platine oder die so beschichtete Platine kalt umgeformt und in dem nachfolgenden Warmformpro-

zess in die Endform konfiguriert und gehärtet wird.

2. Verfahren zur Herstellung eines mit einer Beschichtung aus Metall oder einer Metalllegierung versehenen Strukturbauteils für den Fahrzeugbau aus einer Platine aus härtbarem Stahl als Grundwerkstoff mit einem Warmformprozess, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst die Platine bis in die Nähe der Endform des Strukturbauteils durch Kaltumformen vorkonfiguriert wird, anschließend auf dem vorgeformten Strukturbauteil mittels eines Beschichtungsverfahrens, das eine physikalisch-mechanische Verklammerung des zu beschichtenden Werkstoffs mit der Beschichtung bewirkt, mit Metall oder einer Metalllegierung eine hitze- und korrosionsbeständige Oberflächenschicht aufgebracht wird und das Strukturbauteil in einem nachfolgenden Warmformprozess in die Endform konfiguriert und gehärtet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Beschichtungsverfahren um ein thermisches Spritzen handelt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Beschichtungsverfahren um ein Kaltgasspritzen handelt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Härteprozess zeitgleich in Verbindung mit dem letzten Warmformprozess im Werkzeug stattfindet.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung aus Nickel oder einer Nickellegierung oder aus Chrom oder einer Chromlegierung oder aus einer Chromnickellegierung besteht.

40

45

50

55

60

65